

пенопласта толщиной 55 мм. Критерием для определения несущей способности железобетона является разрушение арматуры.

3. Стены из блоков толщиной 312,5 мм с пенопластовыми перемычками имеют огнестойкость 0,67 ч. Предельным состоянием для этих стен является состояние Е сквозное прогорание.

4. Предел огнестойкости рассматриваемых конструкций стен может быть повышен при использовании облицовок на внутренних поверхностях стен из:

- гипсокартонных листов толщиной 14 мм на 10 мин., а при двух слоях - на 20 мин;
- цементно-песчаной штукатурки толщиной 15 мм – 15 мин;
- асбестоцементных листов толщиной 10 мм - 8 мин.

Для облицовки наружных поверхностей следует применять керамические плитки, кирпич, асбестоцементные листы с различными водостойкими покрытиями и другие листовые и плитные материалы, которые относятся к трудносгораемым или негоряемым материалам.

Библиографический список.

1. ISORAST. Energiebewußte Bausysteme. Das neue System 2000.
2. Чистова Т.Н. Стеновые легкобетонные камни с повышенными теплоизоляционными свойствами / Франция// Строительство и архитектура. Строительные конструкции и материалы. Экспресс-информация. ВНИИТПИ, 1991, вып.3.- С.35-39.
3. Тыркина О. В. Ограждающие конструкции зданий с повышенными теплотехническими свойствами / Франция// Строительство и архитектура. Строительные конструкции и материалы. Экспресс-информация. ВНИИИС. 1986, вып. 8. - с. 13-17.
4. Яковлев А. И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. - М.: Стройиздат, 1988. - 143 с.: ил.

РАСЧЁТ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЖИЛЫХ ДОМОВ

доц. В.Н.АЛЕХИН, доц. А.А.АНТИПИН, ассист. Л.Г.ПАСТУХОВА, инж. С.Н.ШУБИН, асп. А.Н.ПОМЕЛОВ, проф. А.С.НОСКОВ.

Уральский государственный технический университет.

В настоящее время в соответствии с новыми требованиями [2] резко повысились требования к теплотехническому качеству ограждающих конструкций. СНиП нормирует приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. 1 этап – $2.0 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$; 2 этап

3.5 $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$. В результате многие традиционные технические решения ограждающих конструкций, применяющиеся на практике, перестали удовлетворять повышенным теплотехническим требованиям.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций является одной из основных характеристик, определяющих расчет теплотерь жилых зданий. Именно теплотери жилых зданий определяют их эффективность и комфортные условия проживания. Методика определения приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций, предлагаемая СНиП, является приближенной, часто дающей неточные результаты.

Мы считаем, что в современных проектах необходимо комплексно подходить к оценке теплотехнических характеристик как ограждающих конструкций, так и показателей теплотерь зданий в целом. На кафедрах систем автоматизированного проектирования объектов строительства и гидравлики УГТУ совместно с ТОО “ТЕХКОН” разработана методика и программа расчета теплотерь жилых домов, реализующая положение СНиП [1,2].

Известно, что теплотери здания складываются из теплотерь отдельных помещений и зависят от ряда факторов, среди которых сопротивление теплопередаче ограждающих

конструкций является определяющим. В реальных конструкциях присутствуют узлы с нелинейной теплопроводностью (углы здания, узлы примыкания окна к наружной стене и т.п.). В таких случаях методика [2] дает приближенные значения тепловых потоков, т.к. не учитывается нелинейность задачи.

Авторами разработана и освоена методика расчета приведенных коэффициентов сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций путем решения задачи теплопроводности в трехмерном теле с использованием современных систем конечно-элементного анализа.

Решается дифференциальное уравнение теплопроводности для 3-мерного тела:

$$\rho c \frac{\partial \Theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[k_x \frac{\partial \Theta}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[k_y \frac{\partial \Theta}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[k_z \frac{\partial \Theta}{\partial z} \right] + q_g \quad (1)$$

при общей форме граничных условий:

$$k_x \frac{\partial \Theta}{\partial x} n_x + k_y \frac{\partial \Theta}{\partial y} n_y + k_z \frac{\partial \Theta}{\partial z} n_z + \beta \Theta = \gamma \quad (2)$$

и начальных условий:

$$\Theta = \Theta(x, y, z) \text{ при } t = t_0 \quad (3)$$

где: ρ – плотность, c – удельная теплоемкость, k_x, k_y, k_z – коэффициенты теплопроводности по направлению декартовых осей координат x, y, z соответственно, Θ – температура, q_g – тепловой поток.

Для расчетов используется программа STARDYNE корпорации Research Engineering Inc. (США). С ее помощью могут быть решены как стационарные, так и нестационарные задачи теплопроводности. Программа эксплуатируется на мировом рынке более 20 лет и, в частности, использовалась для расчета покрытий изоляции космических кораблей многократного использования в США.

Результаты расчетов дают трехмерное распределение температур и тепловых потоков на поверхности и по объему ограждающих конструкций. Далее приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций определяется по известной формуле:

$$R = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{\alpha_H} + \frac{\Delta t}{q_{огр}} \quad (4)$$

где:

$q_{огр}$ (Вт/м²) – поток через поверхность ограждения;

Δt (°C) – разность температур наружной и внутренней поверхностей ограждения;

α_B (Вт/(м² °C)) – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций;

α_H (Вт/(м² °C)) – коэффициент теплоотдачи для зимних условий наружной поверхности ограждающих конструкций.

В качестве примера приведем распределение температур и потерь тепла для модели угла здания, где сходятся наружные стены, плита перекрытия и балконная плита. Решалась стационарная задача теплопроводности. Стены выполнены из керамзитобетонных блоков, производимых АО “СМУ Уралмаш”. Плиты перекрытия и балконная плита типовые.

На рис. 1 показано распределение температур на внутренней поверхности ограждения, а на рис. 2 – потоки по оси X (Вт/м²).

Результаты расчетов хорошо совпали (отличие приведенных сопротивлений теплопередаче составили 3%) с данными натурного эксперимента ОАО “УралНИИАСцентр”. По этим данным с использованием разработанной программы определили теплопотери в целом 9-ти этажного жилого дома в г.Екатеринбурге. В табл. 1 приведен фрагмент выходного документа программы расчета теплопотерь. В таблице 1 приняты следующие условные обозначения:

ρ – коэффициент, зависящий от положения ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

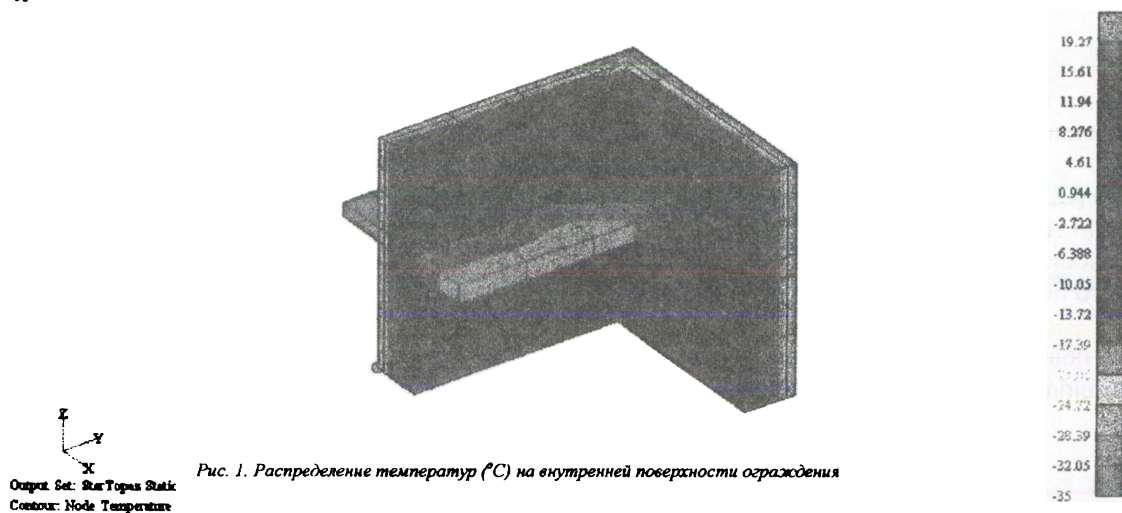
НС – наружная стена; ТО – тройное остекление; БД – балконная дверь.

В табл. 2 приведены теплопотери здания, стены которого выполнены из вышеуказанных блоков, для 8 вариантов расчета.

Во всех вариантах выполняется требование нормативного температурного перепада [2]. Теплотери дома, где ограждающие конструкции выполнены их блоков старой конструкции без утеплителя при условии устройства теплых чердака, техподполья, тамбуров, тройного остекления, составляют 239 кВт (вариант 8 табл. 2), что соответствует теплототерям дома 237 кВт, рассчитанным по 1 этапу, при нормативном приведенном сопротивлении теплопередаче ограждающих конструкций $2,0 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$ (вариант 1 табл. 2).

Расчет теплототер зданий и уточненное определение приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций позволяет доказать, что применение в жилых зданиях традиционных ограждающих конструкций вкупе с мерами по утеплению (теплый чердак, техподполье, тамбуры, двойное или тройное остекление и т.п.) обеспечивают нормальный температурный режим здания и вполне достаточны.

v1



v1

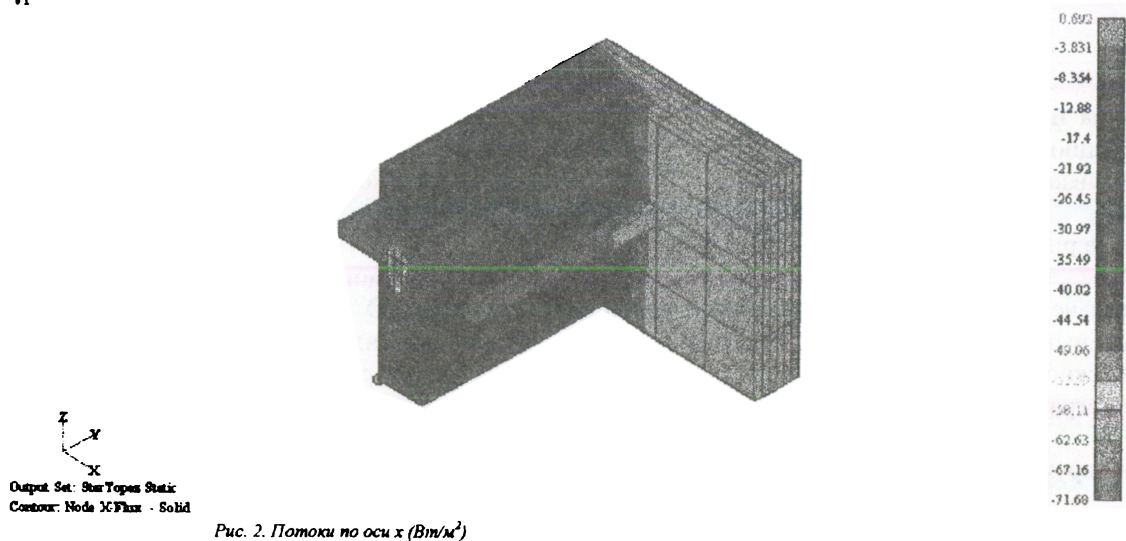


Таблица 1

Фрагмент выходного документа программы расчета теплопотерь

Наименование ограждения	Ориентация ограждения	Размеры, м	Характеристики ограждения					Основные теплопотери, Q, Вт	Ориентацию	К-ты, учитывающие		Потеря тепла в помещении, Вт	Потеря тепла на инфильтрацию, Вт	Бытовые тепловыделения, Вт	Теплопотери в помещении, Вт
			Площадь, м ²	n	Расчетная разность температур, °С	Коэффициент теплопередачи, к, Вт/м ² °С	Сопротивление теплопередаче, R ₀ , м ² °С/Вт			Наличие наружных дверей	сумма коэффициентов	Теплопотери через ограждение, Вт			
НС	С	3,73×3,38	12,6	1	53	0,5	2	334	0,10		1,10	368			
ТО	С	1,74×1,35	2,3	1	53	1,3	0,55	164	0,10		1,10	181	548	737	1285
НС	С	4,88×3,38	16,5	1	55	0,5	2	454	0,10		1,10	499			
ТО	С	1,74×1,35	2,3	1	55	1,3	0,55	170	0,10		1,10	187			
БД	С	2,34×1,35	3,2	1	55	1,3	0,55	229	0,10		1,10	252	938	1220	1693
НС	С	3,73×3,38	12,6	1	53	0,5	2	334	0,10		1,10	368			
ТО	С	1,74×1,35	2,3	1	53	1,3	0,55	164	0,10		1,10	181	548	737	1285
ПЛ			256,14	0,6	55	0,4	2,61	3239	0,00		1,00	3239	3239		3239
ПЛ			57,8	0,6	53	0,4	2,61	705	0,00		1,00	705	705		705
ПЛ			41,1	0,6	60	0,4	2,61	567	0,00		1,00	567	567		567
ИТОГО на I этаже:												16102	13750	3889	25963

Таблица 2

Результаты расчета теплопотерь здания из керамзитобетонных блоков

Варианты расчета	Приведенное сопротивление теплопередаче конструкций стен ($\text{м}^2\text{°C/Вт}$)	Теплопотери (кВт)
1. Стены из блоков с требуемым по [2] приведенным сопротивлением теплопередаче для 1 этажа, холодные чердак, техподполье, нет тамбуров	2,0	237
2. Стены с требуемым по [2] приведенным сопротивлением теплопередаче для 2 этажа, холодные чердак, техподполье, нет тамбуров	3,5	212
3. Стены из аналогичных блоков, но с эффективным утеплителем, холодные чердак, техподполье, нет тамбуров, приведенное сопротивление теплопередаче принято по расчету	2,657	222
4. Стены из блоков без утеплителя, холодные чердак, техподполье, нет тамбуров, принято действительное приведенное сопротивление теплопередаче	1,1	285
5. Стены из блоков с требуемым по [2] приведенным сопротивлением теплопередаче для 1 этажа, теплые подвал, чердак, тамбуры, тройное остекление	2,0	191
6. Стены из блоков с требуемым по [2] приведенным сопротивлением теплопередаче для 2 этажа, теплые подвал, чердак, тамбуры, тройное остекление	3,5	166
7. Стены из блоков как в варианте 3, теплые подвал, чердак, тамбуры, тройное остекление, приведенное сопротивление теплопередаче принято по расчету	2,657	177
8. Стены из блоков без утеплителя, теплые подвал, чердак, тамбуры, тройное остекление, принято действительное приведенное сопротивление теплопередаче	1,1	239

Аналогичный подход можно применить также к определению температурно-влажностного режима помещений жилых зданий.

Библиографический список

1. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М.: ГП ЦПП, 1994.
2. СНиП II. 3-79**. Строительная теплотехника. М.: ЦИТП, 1986.

РУЛОННЫЕ КРОВЛИ НА СИНТЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

А.Н.ЮЗЕФОВИЧ

Пермский государственный технический университет

подавляющее большинство плоских рулонных кровель в России выполняется из традиционных кровельных материалов: рубероида (пергамина) и толи (толь-кожи), основой которых является картон, пропитанный битумами или пеками.

Внешне простая конструкция подобной рулонной кровли требует значительных трудовых затрат, в том числе и на заготовку битума, его разогрев, подачу на высоту мастики и собственно сама трудоёмкая работа по наклейке ковра. Относительно невысокая стоимость материалов, довольно низкая квалификация рабочих-кровельщиков предопределили массовость подобных кровельных конструкций.

К тому же, у рубероидной и толевой кровель, есть присущие им серьёзные недостатки. Это прежде всего недолговечность рулонного ковра и невозможность выполнять кровельные работы при отрицательных температурах. Чем вызвано, что рубероид недолговечен? Во-первых, в качестве основы рубероида, так же как и толи, является картон, который разлагается под воздействием влаги. Во-вторых, физико-механические свойства этих материалов во многом не соответствуют климатическим условиям России: их гибкость на брусе диаметром 20мм ограничена температурой не ниже +5 град.С, (что является важным фактором при определении морозостойкости материала), а теплостойкость не превышает температуры +80 град. Кроме того, традиционная технология подготовки битума в качестве мастики, приводит к процессу ускоренного старения материала под воздействием ультрафиолетового излучения и воздействия озона. В резуль-